

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

08.4.2004

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
with this Office.

RECD 03 JUN 2004
WIPO
PCT

出願年月日
Date of Application: 2003年11月14日

出願番号
Application Number: 特願2003-384620
[ST. 10/C]: [JP2003-384620]

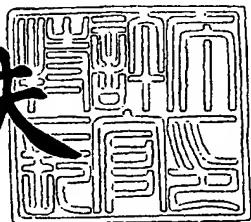
出願人
Applicant(s): JFEスチール株式会社

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2004年 5月21日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



【書類名】 特許願
【整理番号】 2003S01137
【提出日】 平成15年11月14日
【あて先】 特許庁長官 今井 康夫 殿
【国際特許分類】 B21C 37/08
【発明者】
【住所又は居所】 東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 JFEスチール株式会社
内
【氏名】 剣持 一仁
【発明者】
【住所又は居所】 東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 JFEスチール株式会社
内
【氏名】 長濱 拓也
【発明者】
【住所又は居所】 東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 JFEスチール株式会社
内
【氏名】 坂田 敬
【発明者】
【住所又は居所】 東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 JFEスチール株式会社
内
【氏名】 依藤 章
【特許出願人】
【識別番号】 000001258
【氏名又は名称】 JFEスチール株式会社
【代理人】
【識別番号】 100099531
【弁理士】
【氏名又は名称】 小林 英一
【手数料の表示】
【予納台帳番号】 018175
【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
【物件名】 特許請求の範囲 1
【物件名】 明細書 1
【物件名】 図面 1
【物件名】 要約書 1

【書類名】特許請求の範囲

【請求項1】

管にプラグを装入しフローティングさせながら、該管をダイスに押し込んで通す押し抜きを行う高寸法精度管の製造方法において、該押し抜き加工中に、押し抜き加工方向の荷重を測定し、該測定荷重と、加工前の管である素管の材料特性から下記式1～3のいずれかで算出した計算荷重とを比較し、その結果に基づいて押し抜き加工の継続可否を判定することを特徴とする高寸法精度管の安定製造方法。

記

〔式1〕 $\sigma_k \times \text{素管断面積}$

ここで、 $\sigma_k = YS \times (1 - a \times \lambda)$ ， $\lambda = (L/\sqrt{n})/k$ ， $a = 0.00185 \sim 0.0155$ ， L ：素管長さ， k ：断面二次半径， $k^2 = (d_1^2 + d_2^2)/16$ ， n ：管端状態 ($n = 0.25 \sim 4$)， d_1 ：素管の外径， d_2 ：素管の内径， YS ：素管の降伏強度

〔式2〕 素管の降伏強度 $YS \times \text{素管断面積}$ 〔式3〕 素管の引張強度 $TS \times \text{素管断面積}$

【請求項2】

前記測定荷重が前記計算荷重以下の場合には継続可と判定してそのまま加工を継続し、一方、前記測定荷重が前記計算荷重超の場合には継続否と判定し、加工を中断してダイスおよび/またはプラグを同じ製品管寸法に対応する他形状のものに交換した後、加工を再開することを特徴とする請求項1記載の高寸法精度管の安定製造方法。

【請求項3】

前記交換後に用いるダイスおよび/またはプラグは、ダイスおよびプラグの角度が交換前のものよりも小さいものとすることを特徴とする請求項2記載の高寸法精度管の安定製造方法。

【請求項4】

押し抜き加工前に、素管に潤滑剤を塗布するものとし、前記測定荷重が前記計算荷重超の場合にのみ、前記潤滑剤の種類を変更することを特徴とする請求項1～3のいずれか記載の高寸法精度管の安定製造方法。

【書類名】明細書

【発明の名称】高寸法精度管の安定製造方法

【技術分野】

【0001】

本発明は、高寸法精度管の安定製造方法に関し、詳しくは、例えば自動車駆動系部品などのような高い寸法精度が要求される管を安定して製造しうる、高寸法精度管の安定製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

通常、鋼管等の金属管（以下、単に管ともいう。）は溶接管と継目無管に大別される。溶接管は、例えば電縫鋼管のように、帯板の幅を丸め、該丸めた幅の両端を突き合わせて溶接するという方法で製造し、一方、継目無管は、材料の塊を高温で穿孔後マンドレルミル等で圧延するという方法で製造する。溶接管の場合、溶接後に溶接部分の盛り上がりを研削して管の寸法精度を向上させているが、その肉厚偏差は3%を超える。また、継目無管の場合、穿孔工程で偏心しやすくて、その後の工程で肉厚偏差を低減させるが、それでも製品段階での肉厚偏差は8%以上になるのが普通である。

【0003】

最近、環境問題から自動車の軽量化に拍車が掛かっており、駆動系部品は中実の棒から中空の管に置き換えられつつある。これら駆動系部品等の管は、肉厚、内径、外径のいずれか1つまたは2つ以上の偏差で3%以下、さらに厳しくは1%以下の高寸法精度が要求される。

【0004】

そのため、溶接管、継目無管とも、従来は、ダイスとプラグを用いて冷間で管を引き抜くことにより高寸法精度管にすることが図られていた（例えば特許文献1参照）。

【特許文献1】特許第2812151号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかし、引き抜きによるのでは、設備上の制約や管の肉厚・径が大きいなどによって引き抜き力が充分得られずに縮径率を低くせざるを得ない場合など、加工バイト内でダイスと管、および引き抜き用プラグと管の接触が不十分となり、管の内面、外面の平滑化が不足して凹凸が残留する結果、管の寸法精度が低下してしまいがちなため、さらなる高寸法精度の管が得られる製造方法が求められていた。また、引き抜きでは管の先端を強力に挟んで張力を加える必要があることから、管の先端を窄めて単発で管を引き抜く必要があり、加工能率が著しく低かった。

【0006】

本発明者らは、上記の問題を解決するために、引き抜きよりも高い寸法精度に製管しうる加工法を検討し、押し抜きが有力候補であるとの結論を得た。押し抜きの場合、図1に示すように、管4にプラグ1を装入し、プラグ1をフローティングさせながら管4を管押し込み機3でダイス2に押し込むことにより加工バイト内では全て圧縮応力が作用する。その結果、加工バイトの入側、出側を問わず、管はプラグおよびダイスに十分接触できる。しかも、軽度の縮径率であっても、加工バイト内は圧縮応力状態となるため、引き抜きに比較して管とプラグ、管とダイスが十分接触しやすくて、管は平滑化しやすくなつて高寸法精度の管が得られるわけである。

【0007】

しかし、押し抜き加工を行う際に、プラグが管に押し詰まって荷重が増大し、その結果、押し込まれる素管が座屈して加工が不可能になる場合が生じた。この原因としては、潤滑剤の塗布量不足、素管の表面性状の変化、押し抜き加工時の摩擦熱や加工発熱によるプラグやダイスの変形等が挙げられるが、安定して管の押し抜きを継続するには、まず加工可能であるのか否かを、加工中にその場で判定しなければならない。

【0008】

従来は、管押し込み機の振動音や油圧メータのぶれなどによりオペレータが感覚的に判定し、あるいは無理に加工してダイスが割れて加工を中止し、押し抜き加工条件を見直して、再度加工していた。すなわち、押し抜き加工限界よりかなり緩い加工可能な状態でも条件変更を行ったり、極端に厳しい加工状態になってダイスが割れて始めて条件変更していた。そのため、無駄な加工時間が掛かり、あるいはダイス交換に著しく手間が掛かって、生産性が低いままであった。

【0009】

そこで、本発明は、押し抜き加工による高寸法精度管の製造において、該押し抜き加工を無駄なく安定して進めうる高寸法精度管の安定製造方法を提供することを目的とする。

【0010】

なお、本発明にいう高寸法精度管とは、外径偏差、内径偏差、肉厚偏差（：円周方向肉厚偏差）のいずれか1つまたは2つ以上が3%以下である管であり、各偏差は、次式で導出される。

【0011】

偏差 = (変動幅 (=最大値 - 最小値)) / (目標値又は平均値) × 100%

【課題を解決するための手段】

【0012】

前記目的を達成した本発明は、以下のとおりである。

【0013】

(1) 管にプラグを装入しフローティングさせながら、該管をダイスに押し込んで通す押し抜きを行う高寸法精度管の製造方法において、該押し抜き加工中に、押し抜き加工方向の荷重を測定し、該測定荷重と、加工前の管である素管の材料特性から下記式1～3のいずれかで算出した計算荷重とを比較し、その結果に基づいて押し抜き加工の継続可否を判定することを特徴とする高寸法精度管の安定製造方法。

【0014】

記

〔式1〕 $\sigma_k \times \text{素管断面積}$

ここで、 $\sigma_k = YS \times (1 - a \times \lambda)$ ， $\lambda = (L / \sqrt{n}) / k$ ， $a = 0.00185 \sim 0.0155$ ， L ：素管長さ， k ：断面二次半径， $k^2 = (d_1^2 + d_2^2) / 16$ ， n ：管端状態 ($n = 0.25 \sim 4$)， d_1 ：素管の外径， d_2 ：素管の内径， YS ：素管の降伏強度

〔式2〕 素管の降伏強度 $YS \times \text{素管断面積}$ 〔式3〕 素管の引張強度 $TS \times \text{素管断面積}$

(2) 前記測定荷重が前記計算荷重以下の場合は継続可と判定してそのまま加工を継続し、一方、前記測定荷重が前記計算荷重超の場合は継続否と判定し、加工を中断してダイスおよび/またはプラグを同じ製品管寸法に対応する他形状のものに交換した後、加工を再開することを特徴とする(1)記載の高寸法精度管の安定製造方法。

【0015】

(3) 前記交換後に用いるダイスおよび/またはプラグは、ダイスおよびプラグの角度が交換前のものよりも小さいものとすることを特徴とする(2)記載の高寸法精度管の安定製造方法。

【0016】

(4) 押し抜き加工前に、素管に潤滑剤を塗布するものとし、前記測定荷重が前記計算荷重超の場合にのみ、前記潤滑剤の種類を変更することを特徴とする(1)～(3)のいずれか記載の高寸法精度管の安定製造方法。

【発明の効果】

【0017】

本発明によれば、押し抜き加工時の、ダイスの破損や素管の座屈を有効に予防でき、高寸法精度管の安定製造が可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0018】

押し抜き加工を行う際に、プラグが管に押し詰まって荷重が増大し、その結果、押し込まれる素管が座屈して加工が不可能になる場合があるため、安定して押し抜き加工を行うには素管の座屈を未然に防止することが必要である。そこで、本発明者らは、押し抜き時の荷重に着目した。すなわち、プラグが押し詰まると押し抜き加工方向の荷重が著しく増大するので、この荷重がある特定値以下であれば押し抜きが可能であるし、その特定値を超える場合は押し抜き不可能として、押し抜き条件を最適なものに変更すればよいわけである。この特定値を押し抜き限界荷重と称する。

【0019】

押し抜きが不可能になる場合は押し込まれる素管が座屈することから、管の座屈を表す式から押し抜き限界荷重を設定すれば、これ以下の荷重では安定して押し抜きができる。管の座屈を表す式は材料の弾性率から求めるオイラー式がよく知られているが、本発明者らの検討では、実際の現象とかけ離れた値を示して全く適用できなかった。そこで、これとは異なる種々の座屈式を検討した結果、次の式1が最も良く実際の現象を表すことがわかった。

【式1】 $\sigma_k \times \text{素管断面積}$

ここで、 $\sigma_k = YS \times (1 - a \times \lambda)$ ， $\lambda = (L/\sqrt{n})/k$ ， $a = 0.00185 \sim 0.0155$ ， L ：素管長さ， k ：断面二次半径， $k^2 = (d_1^2 + d_2^2)/16$ ， n ：管端状態 ($n = 0.25 \sim 4$)， d_1 ：素管の外径， d_2 ：素管の内径， YS ：素管の降伏強度

安定して押し抜きを行うことを可能にするには、測定した押し抜き方向の荷重（測定荷重）が式1の値（計算荷重）を超えない場合は押し抜きをそのまま継続すればよく、超えた場合は押し抜きを一旦中断して、条件を変更して押し抜きを再開すればよいわけである。

【0020】

もっとも、式1はやや複雑であり、より簡易的に判定したい場合は、式1を簡素化した次の式2を用いると良い。

【式2】 素管の降伏強度 $YS \times \text{素管断面積}$

式2は式1よりも最大1割程度、押し抜き限界荷重を大きく示すが、簡易的には充分判定できることを本発明者らは把握した。

【0021】

また、著しく短い（例えば0.2m程度以下）素管を押し抜き加工する場合や、管が多少座屈しても加工速度を速めてダイスが割れない程度まで荷重を増大させて一気に加工する場合などは、次の式3を用いてもよい。

【式3】 素管の引張強度 $TS \times \text{素管断面積}$

なお、上記測定荷重（押し抜き加工方向の実際の荷重）の測定方法は、押し抜きのポンチに設置したロードセルで測定したり、ダイスを架台から浮かせてそのダイスと一体としたロードセルで測定する方法が好ましい。

【0022】

また、測定荷重が式1～3のいずれかで算出された計算荷重を超えた場合、すなわち加工不可能と判定された場合の措置としては、押し抜き加工を一旦中断し、ダイスおよび/またはプラグを、同じ製品管寸法に対応する他形状のものに交換した後、加工を再開するとよい。ここで、同じ製品管寸法に対応する他形状のダイスおよび/またはプラグは、同一の素管を加工するものであることから、同じ縮径率に設定されたもののうちから選定すればよい。

【0023】

また、より安定した加工条件とするには、本発明者らの検討によれば、交換後に用いるダイスおよびプラグの角度（図1参照）を交換前のそれよりも小さくすることが好適であることが判明した。

【0024】

さらに安定して加工可能な条件とするには、素管に塗布する潤滑剤の種類を変更すれば良い。もっとも、簡便さの点から塗布槽内の潤滑剤中に素管を浸漬するという方法で潤滑剤の塗布を行う場合、塗布槽内の潤滑剤の入れ替え等に手間がかかるので、種類の変更を高頻度には行いにくい。よって、潤滑剤としては、押し抜き加工方向の荷重を著しく低減できる性能の良いものを、予め実験を行って選定しておくことが肝要である。

【実施例】

【0025】

(実施例1)

$\phi 40\text{ mm} \times 6\text{ mm t} \times 5.5\text{ mL}$ 、YS400MPaの鋼管を素管として、図1に示した形態において縮径率を13%に設定した押し抜き加工による高寸法精度管の製造を試行した。製造の初期には角度21°のダイスと、角度21°およびテーパ長11mmのプラグを用いた。プラグは管内にフローティングさせた。加工前の各素管には、塗布槽内の潤滑剤中に素管を浸漬することにより、潤滑剤の塗布を行った。潤滑剤には速乾性溶剤希釈高分子潤滑剤を用いた。

【0026】

加工中、押し抜き方向の荷重を前記測定方法により常時測定し、その測定荷重と前記式1で算出した計算荷重とを比較しながら押し抜きを行った。なお、この例における式1では、aおよびnの値として、予め実験を行って導出した最適値であるところの、a=0.00185、n=1（管端状態が回転自由である場合に対応する。）を用いた。

【0027】

複数本目の素管の加工途中で、測定荷重が計算荷重を超えたので、加工の継続を否と判定して加工を中断し、次のように加工条件を変更した。すなわち、ダイスを角度11°のものに交換し、かつプラグを角度11°、テーパ長20mmのものに交換した。この交換後に加工を再開し、残りの複数本の素管の加工を難なく完遂できた。

【0028】

なお、上記交換および加工の再開にあたっては、先使用のダイスに入っている加工途中の管のダイス入側部分とダイス出側部分とを切断して分離し、先使用のプラグが装入されている管のダイス内側部分が入ったままの先使用のダイスを所定の取り付け位置から取り外したのち、次使用のダイスを同所定の取り付け位置に取り付け、次加工用の同サイズ、同YSの素管に後使用のプラグを装入して加工を再開した。また、前記分離された管のダイス出側部分は製品として採用できた。同管のダイス入側部分はスクラップとした。

(比較例1)

実施例1と同じ鋼管を素管として、図1に示した形態において縮径率を13%に設定した押し抜き加工による高寸法精度管の製造を試行した。製造の初期には角度21°のダイスと、角度21°およびテーパ長20mmのプラグを用いた。プラグは管内にフローティングさせた。加工前の各素管には、塗布槽内の潤滑剤中に素管を浸漬することにより、潤滑剤の塗布を行った。潤滑剤には速乾性溶剤希釈高分子潤滑剤を用いた。

【0029】

加工中、押し抜き方向の荷重の測定は行わず、異常時の条件変更はこれをオペレータの判断に委ねた。

【0030】

複数本目の素管の加工途中で、ダイスが割れたので、加工を中断し、ダイスとプラグを初期と同じものに交換し、かつ、潤滑剤塗布槽内の潤滑剤を、より分子量の大きい速乾性溶剤希釈高分子潤滑剤に総入れ替えし、しかる後に加工を再開したところ、該再開時から複数本目の素管の加工途中で、再びダイスが割れた。そこで、加工を中断し、次のように加工条件を変更した。すなわち、ダイスを角度11°のものに交換し、かつプラグを角度11°、テーパ長20mmのものに交換した。この交換後に加工を再開し、残りの複数本の素管の加工を難なく完遂できた。

(比較例2)

実施例1と同じ鋼管を素管として、縮径率を13%に設定した引き抜き加工による高寸法精度管の製造を試行した。製造の初期には角度21°のダイスと、角度21°およびテーパ長20mmのプラグを用いた。プラグは管内にフローティングさせた。加工前の各素管には、ボンデ処理および金属石鹼の塗布を行うとともに、引き抜きにおいては必要な管先端への口付け加工（この口付け加工は押し抜きにおいては不要）を施した。

【0031】

加工中、引き抜き方向の荷重の測定は行わず、異常時の条件変更はこれをオペレータの判断に委ねた。

【0032】

複数本目の素管の加工途中で、ダイスが割れたので、加工を中断し、次のように加工条件を変更した。すなわち、ダイスを角度11°のものに交換し、かつプラグを角度11°、テーパ長20mmのものに交換した。この交換後に加工を再開し、残りの複数本の素管の加工を難なく完遂できた。

【0033】

実施例および比較例について、加工途中の変更条件、相対加工時間、および加工時のロスを、製品の寸法精度の調査結果とともに表1に示す。相対加工時間は、各例の加工に要した時間（総加工時間／総加工本数）を比較例1のそれで割った値で示した。寸法精度は、肉厚偏差と外径偏差で示した。これらの偏差は管の円周方向断面を画像解析したデータから、肉厚偏差は平均肉厚に対する値、外径偏差は真円（目標外径）に対する値として求めた。

【0034】

表1から明らかなように、本発明により高寸法精度管を安定して能率良く製造することができた。

【0035】

【表1】

	加工法	加工途中の変更条件	相対加工時間	加工時のロス	肉厚偏差(%)	外径偏差(%)
実施例1	押し抜き	ダイスおよびプラグの形状	0.2	無し	0.5	0.6
比較例1	押し抜き	潤滑剤の種類、 ダイスおよびプラグの形状	1	ダイス を破損	0.5	0.6
比較例2	引き抜き	ダイスおよびプラグの形状	2	ダイス を破損	3.5	3.2

【図面の簡単な説明】

【0036】

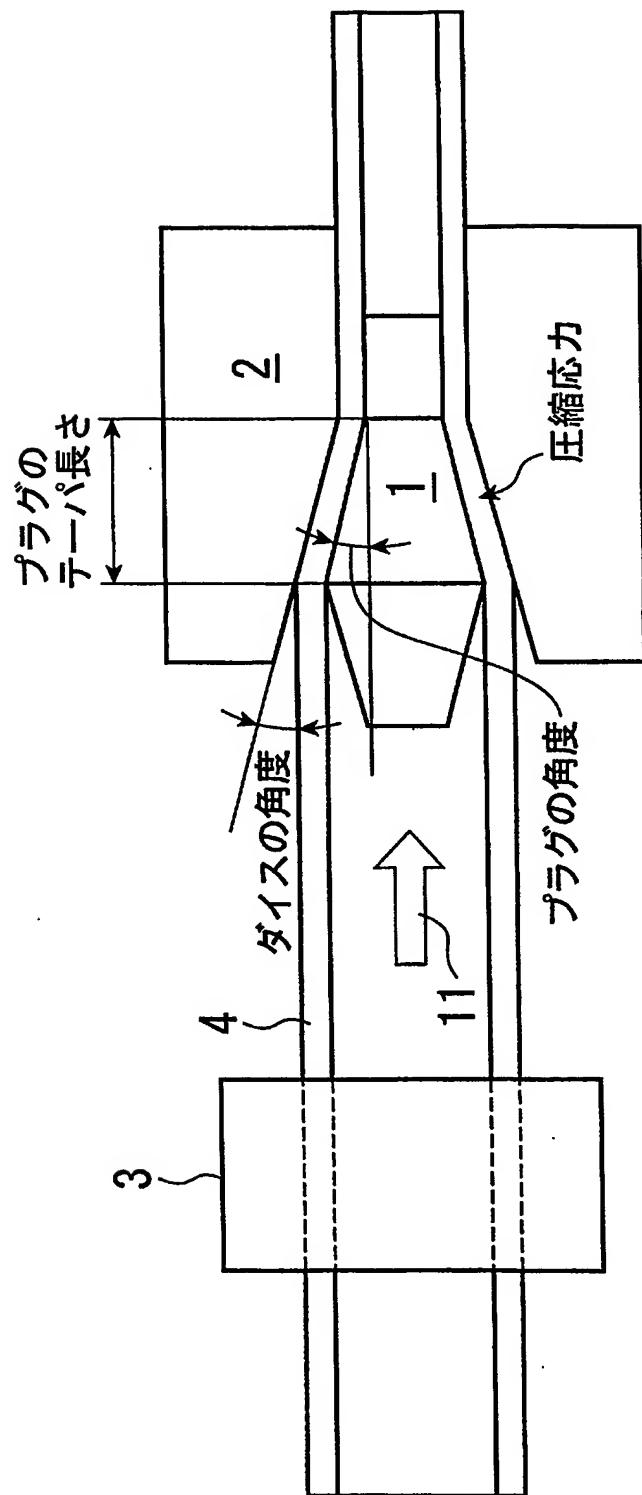
【図1】押し抜き加工の概要を示す断面図である。

【符号の説明】

【0037】

- 1 プラグ
- 2 ダイス
- 3 管押し込み機
- 4 管（金属管、鋼管）
- 11 押し抜き加工方向

【書類名】 図面
【図1】



【書類名】要約書

【要 約】

【課 題】 押し抜き加工による高寸法精度管の製造において、該押し抜き加工を無駄なく安定して進めうる高寸法精度管の安定製造方法を提供する。

【解決手段】 管にプラグを装入しフローティングさせながら、該管をダイスに押し込んで通す押し抜きを行う高寸法精度管の製造方法において、加工中に、押し抜き加工方向の荷重を測定し、該測定荷重と、素管の材料特性から式1～3のいずれかで算出した計算荷重とを比較し、その結果に基づいて押し抜き加工の継続可否を判定する。

【式1】 $\sigma_k \times \text{素管断面積} (\sigma_k = YS \times (1 - a \times \lambda))$, $\lambda = (L / \sqrt{n}) / k$, $a = 0.00185 \sim 0.0155$, L : 素管長さ, k : 断面二次半径, $k^2 = (d_1^2 + d_2^2) / 16$, n : 管端状態 ($n = 0.25 \sim 4$), d_1 : 素管の外径, d_2 : 素管の内径, YS : 素管の降伏強度) 、【式2】 素管の降伏強度 $YS \times \text{素管断面積}$ 、【式3】 素管の引張強度 $TS \times \text{素管断面積}$

【選択図】

図1

特願 2003-384620

出願人履歴情報

識別番号 [000001258]

1. 変更年月日 2003年 4月 1日
[変更理由] 名称変更
住所変更

住所 東京都千代田区内幸町二丁目2番3号
氏名 JFEスチール株式会社